

PAT-NO: JP356168522A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 56168522 A

TITLE: DETECTING METHOD FOR DAMAGE OF
INTERNAL GEAR

PUBN-DATE: December 24, 1981

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ENOHARA, KENJI

HASHIZUME, TSUTOMU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI ZOSEN CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP55073097

APPL-DATE: May 31, 1980

INT-CL (IPC): G01H001/00, G01M013/02 , G01N029/04 ,
F16H001/28

US-CL-CURRENT: 73/587, 73/593 , 73/654

ABSTRACT:

PURPOSE: To readily detect the damage generated in an internal gear in a planetary gear mechanism by detecting biting sounds or vibration, obtaining two types of time series signals, and operating said signals.

CONSTITUTION: The biting signal detected by a signal detector 1 is passed through a band pass filter 4, where only the frequency component which is effective in detecting the damage is taken out. Then, the output is subjected to the envelope detection in an envelope detector 8. The number of revolution of a sun gear is detected by a revolution detector 2, while the number of revolution of the planetary gear is detected by a revolution detector 3, and the outputs are divided by frequency dividers 5~7, respectively. The outputs of the envelope detector 8 and the outputs of the dividers 5~7 are inputted to AD converters 9~11, and the outputs of the envelope detector 8 are sampled. Each output is inputted to averaging processors 12~14. The

outputs of the averaging processors 12 and 13 are multiplied in a multiplier

15, and its output and the output of the averaging processor 14 are divider 16.

The output of the divider 16 represents the damage generated in the internal gear of the planetary gear.

COPYRIGHT: (C)1981,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56-168522

⑪ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和56年(1981)12月24日

G 01 H 1/00

6860-2G

G 01 M 13/02

6458-2G

G 01 N 29/04

6558-2G

// F 16 H 1/28

2125-3J

発明の数 1

審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑭ 内歯車の損傷検知方法

⑯ 発明者 橋爪務

大阪市西区江戸堀1丁目6番14

号日立造船株式会社内

⑰ 特 願 昭55-73097

⑱ 出 願 昭55(1980)5月31日

⑲ 出 願 人 日立造船株式会社

⑳ 発 明 者 榎原憲二

大阪市西区江戸堀1丁目6番14

大阪市西区江戸堀1丁目6番14

号

号日立造船株式会社内

㉑ 代 理 人 弁理士 藤田龍太郎

明 細 書

1. 発明の名称

内歯車の損傷検知方法

2. 特許請求の範囲

① 遊星歯車の任意の公転角度に発生するかみ合い音または振動を、前記遊星歯車の公転に同期した一定の間隔毎に検出することにより、2種類の時系列信号を得るとともに、太陽歯車の回転に同期した一定の間隔毎に検出することにより、1種類の時系列信号を得、前記2種類および1種類の時系列信号のそれぞれについて所要個数の信号の

相加平均を求め、前記2種類の時系列信号のそれぞれ2つの信号成分の一方と、前記1種類の時系列信号の相加平均により得る、
 それの相加平均により得る信号成分との積を求め、

さらに、前記2種類の時系信号の相加平均により得る2つの信号成分の他方と、前記積との比を求めることにより、稼働中の遊星歯車機構の内歯車に発生した損傷を検知することを特徴とする内歯車の損傷検知方法。

3. 発明の詳細な説明

この発明は、稼働中のプラネタリ型遊星歯車機

構の内歯車に発生した損傷を、かみ合い音または振動を利用して検知するようにした内歯車の損傷検知方法に関する。

一般に歯車のかみ合いにおいては、宿命的にかみ合い音または振動を発生し、その発生原因の1つは歯車誤差であり、かみ合い音または振動（以下かみ合い信号と称す）の振幅は、かみ合い歯車の誤差に依存する。そこでピッチングなどにより損傷が発生すると見掛上極端に大きな誤差になりその損傷をもつ歯がかみ合い際には、大振幅のかみ合い信号が出現する。

そこで、このかみ合い信号を監視することにより、損傷の発生を検知することができる。

しかし、かみ合い信号には、かみ合い歯車それぞれの誤差の影響が含まれているため、単に監視するだけではいずれの歯車に損傷が発生したか判別することが困難であり、特に複雑なプラネタリ型遊星歯車機構においては、判別することが極めて困難であり、このため、かみ合い信号をそれぞれの歯車の誤差に由来する成分毎に分解して監視

する必要がある。

この発明は前記の点に留意してなされたものであり、つぎにこの発明をその1実施例を示した図面とともに詳細に説明する。

図面において、(5)は歯数 Z_s の太陽歯車、(6)は歯数 Z_p の複数の遊星歯車であり、太陽歯車(5)とかみ合いそれぞれの中心の回りを回転するとともに太陽歯車(5)の回りを公転する。(7)は歯数 Z_r の内歯車であり、遊星歯車(6)の外側に設けられ、遊星歯車(6)とかみ合い、太陽歯車(5)、遊星歯車(6)とともにプラネタリ型遊星歯車機構を構成する。(1)は信号検出器であり、太陽歯車(5)と遊星歯車(6)および内歯車(7)のかみ合いにより発生するかみ合い信号を検出する。(2)は太陽歯車(5)の回転回数を検出する第1回転検出器、(3)は遊星歯車(6)の公転回数を検出する第2回転検出器、(4)は信号検出器(1)で検出されたかみ合い信号のうちから損傷検知に有効な周波数成分のみを検出する帯域フィルタ、(8)は第1回転検出器(2)からの回転信号を分周する第1分周器、(9)はそれぞれ第2回転検出器(3)

(3)

第3平均化処理器(4)の出力と掛算器(10)の出力とが入力され、双方の比を求めて出力する。

つぎに前記実施例の動作について説明する。

まず第1図に示すように、太陽歯車(5)の中心を通る線分AA'上に、太陽歯車(5)の中心から順に、太陽歯車(5)のi番目の歯 S_i 、特定の遊星歯車(P1)のj番目の歯 P_j 、特定の遊星歯車(P1)の中心より内歯車(7)のk番目の歯 R_k が並ぶ時に、太陽歯車(5)の回転角度原点と遊星歯車(6)の公転角度原点および内歯車(7)の角度原点が線分AA'上に並ぶとする。そこで、このかみ合い状態を原点とした場合に、太陽歯車(5)が回転するとともに遊星歯車(6)が公転し、再び同一のかみ合いに戻るまでに発生するかみ合い信号の総数は、遊星歯車(6)の歯数 Z_p と、内歯車(7)の歯数 Z_r および、太陽歯車(5)の1回転に対する内歯車(7)上の遊星歯車(6)のかみ合い数 m の最小公倍数 L_{mpr} として求まる。但し、 $m = Z_s \times Z_r / (Z_s + Z_r)$ である。

したがって同一のかみ合いに戻るまでの遊星歯車(6)の公転回数 $N_p(mpr)$ は、 $N_p(mpr)/Z_r$ として

(5)

からの回転信号を分周する第2、第3分周器、(8)は帯域フィルタ(4)の出力のピーク値の包絡線を検出する包絡線検波器、(9)は第1A/D変換器であり、包絡線検波器(8)の出力と、第1分周器(9)の出力とが入力され、第1分周器(9)の出力により包絡線検波器(8)の出力のサンプリングを行なう。(10)は第2A/D変換器であり、包絡線検波器(8)の出力と、第2分周器(9)の出力とが入力され、第2分周器(9)の出力により包絡線検波器(8)の出力のサンプリングを行なう。(11)は第3A/D変換器であり、包絡線検波器(8)の出力と、第3分周器(11)の出力とが入力され、第3分周器(11)の出力により包絡線検波器(8)の出力のサンプリングを行なう。(12)、(13)、(14)は記憶能力をもつ第1、第2、第3平均化処理器であり、それぞれ、第1、第2、第3A/D変換器(9)、(10)、(11)の複数回のサンプリングによるデータが入力され、それぞれのデータについての相加平均を求めて出力する。(15)は掛算器であり、第1、第2平均化処理器(12)、(13)の出力が入力され、双方の積を求めて出力する。(16)は割算器であり、

(4)

求まる。さらに、ここで太陽歯車(5)のi番目の歯 S_i 、特定の遊星歯車(P1)のj番目の歯 P_j 、内歯車(7)のk番目の歯 R_k がかみ合うときの、それぞれの歯車の歯の歯形誤差を E_{si} 、 E_{pj} 、 E_{rk} とし、かみ合い信号の振幅を A_{ijk} とする場合、 A_{ijk} と E_{si} 、 E_{pj} 、 E_{rk} との関係はつぎの(1)式で近似する。但し E_{pj} は太陽歯車(5)と内歯車(7)にかみ合う歯形誤差を合成したものであり、 K は定数である。

$$A_{ijk} = K \times E_{si} \times E_{pj} \times E_{rk} \quad \text{..... (1) 式}$$

しかし、実際の計測において実測されるかみ合い信号には、かみ合い毎に生じる周期的なかみ合い信号の成分の他に、歯面の潤滑状態や軸受の摩擦および軸受隙間内での歯車軸の変動などによる不規則な雑音の成分が存在する。そこで実測されるかみ合い信号の振幅を A_{ijk} 、雑音の振幅を N_{ijk} とした場合は、つぎの(2)式の形になる。

$$A_{ijk} = A_{ijk} + N_{ijk} \quad \text{..... (2) 式}$$

したがって、遊星歯車(6)の公転に同期して前述の第1図に示した状態で線分AA'において第1回目の計測を行ない、この時実測されるかみ合い信

(6)

号の振幅を $A'_{ijk(1)}$ とし、第 1 回目の計測から起算して遊星歯車 (M) が $N_p(mpr)$ 回公転した時に第 2 回目の計測を行ない、この時実測されるかみ合い信号の振幅を $A'_{ijk(2)}$ とし、同様の要領で遊星歯車 (M) が $N_p(mpr)$ 回公転する毎に、その時実測されるかみ合い信号の振幅を $A'_{ijk(n)}$ として合計 q 個検出する。すなわち、これが ~~この~~ 時系列信号であり、さらに、この相加平均 $\overline{A'_{ijk(n)}}$ を求めるとつぎの (3) 式のようになる。但し、 $N_{ijk(n)}$ は計測毎の雑音の振幅を示す。

$$\overline{A'_{ijk(n)}} = A_{ijk} + \frac{1}{q} \times \sum_{n=1}^q N_{ijk(n)} \dots (3) \text{ 式}$$

ここで、 $N_{ijk(n)}$ は不規則な振幅であり、これが $N(0, \sigma^2)$ の正規分布に従えば、その相加平均を求ることにより分散は σ^2/q となり、不規則な雑音の成分を減少し、より忠実なかみ合い信号 A_{ijk} を得ることができる。

一方、第 2 図に示すように線分 AA' 上に、太陽歯車 (S) の i 番目の歯 S_i に無関係に、特定の遊星歯車 (P1) の j 番目の歯 P_j と内歯車 (R) の k 番目の歯 R_k とが第 1 図に示した順序で並ぶ際の遊星歯車 (M) の

(7)

ぎの (6) 式が成り立つ。

$$\frac{1}{q} \times \sum_{n=1}^q E_s(i+fxn/a) = \frac{1}{q} \times \sum_{n=1}^q E_s(i+n) \dots (6) \text{ 式}$$

ここで、 $q = b \times Z_s$ になるように q を設定すると、(6) 式は太陽歯車 (S) のすべての歯の歯形誤差の平均を示すものとなる。

さらに、第 3 図に示すように、線分 BB' を第 1 図ないし第 2 図に示した線分 AA' から太陽歯車 (S) の中心を原点に角度 θ だけ時計方向に回転した位置に設けた場合に、太陽歯車 (S) の $i+1$ 番目の歯 S_{i+1} に無関係に、特定の遊星歯車 (P1) の $j+1$ 番目の歯 P_{j+1} と、内歯車 (R) の $k+1$ 番目の歯 R_{k+1} が線分 BB' 上に、第 2 図に示した順序と同様の順序で並ぶ際に、前述と同様の計測を線分 BB' 上で行ない、さらにかみ合い信号の振幅の相加平均を求めると、(6) 式と同様に、つぎの (7) 式で示される。

$$\overline{A'_{(j+1)(k+1)}} = K \times E_p(j+1) \times E_r(k+1) \times \frac{1}{q} \times \sum_{n=1}^q E_s(i+1+fxn/a) \dots (7) \text{ 式}$$

但し、 \cdot 印は太陽歯車 (S) に無関係であることを示し、 $f = Z_s$, $a = N_p(mpr)/N_p(pr)$ である。

(9)

公転回数 $N_p(pr)$ は、遊星歯車 (M) の歯数 Z_p と内歯車 (R) の歯数 Z_r との最小公倍数 L_{pr} と、内歯車 (R) の歯数 Z_r とから $N_p(pr) = L_{pr}/Z_r$ となる。ここで、前述と同様に線分 AA' 上で遊星歯車 (M) の公転して、遊星歯車 (P) が $N_p(pr)$ 回公転する毎にかみ合い信号に同期を q 個検出し、すなわち、これが時系列信号であり、さらに、その時実測されるかみ合い信号の振幅を $A'_{ijk(n)}$ とした場合の相加平均を求めると、つぎの (4) 式で示される。

$$\overline{A'_{ijk(n)}} = \overline{A_{ijk(n)}} + \frac{1}{q} \times \sum_{n=1}^q N_{ijk(n)} \dots (4) \text{ 式}$$

但し、 \cdot 印は太陽歯車 (S) の歯に無関係であることを示し、 $N_{ijk(n)}$ は計測毎の不規則な雑音の振幅を示す。

さらに、 $A_{ijk(n)}$ は計測毎のかみ合い信号の振幅を示し、 $\overline{A_{ijk(n)}}$ はその相加平均を示す。

ここで $\overline{A_{ijk(n)}}$ はつぎの (5) 式で示される。

$$\overline{A_{ijk(n)}} = K \times E_pj \times E_rk \times \frac{1}{q} \times \sum_{n=1}^q E_s(i+fxn/a) \dots (5) \text{ 式}$$

但し、(5) 式において $f = Z_s$, $a = N_p(mpr)/N_p(pr)$ であり、 $\frac{1}{q} \times \sum_{n=1}^q E_s(i+fxn/a)$ は太陽歯車 (S) の歯形誤差の平均を示し、 $a = Z_s = f$ のときには、つ

(8)

$$\text{さらに、} \frac{1}{q} \times \sum_{n=1}^q E_s(i+1+fxn/a) \text{ は、前述と同様に}$$

に太陽歯車 (S) の歯形誤差の平均を示す。

さらに、これは線分 BB' に限らず、線分 AA' を任意の角度回転させた回転位置においても成り立つので、いずれの線分上における計測によつても常に太陽歯車 (S) の歯形誤差の平均を求めることができ、事実上、太陽歯車 (S) の影響は除去されることになる。

したがって、太陽歯車 (S) と遊星歯車 (M) および内歯車 (R) のそれぞれの歯形誤差の影響を含む $A'_{ijk(n)}$ と、太陽歯車 (S) の歯形誤差の影響が除去された $\overline{A'_{ijk(n)}}$ とから $A'_{ijk(n)}/\overline{A'_{ijk(n)}}$ を考えると、つぎの (8) 式のようになる。

$$\frac{\overline{A'_{ijk(n)}}}{\overline{A'_{ijk(n)}}} = \frac{A_{ijk} + \frac{1}{q} \times \sum_{n=1}^q N_{ijk(n)}}{\overline{A_{ijk(n)}} + \frac{1}{q} \times \sum_{n=1}^q N_{ijk(n)}} \dots (8) \text{ 式}$$

また、 q が充分大きく不規則な雑音成分を無視できる状態を考えると、(8) 式からつぎの (9) 式の結果を得る。

(10)

$$\frac{A'_{ijk}(n)}{A'_{ijk}(n)} = \frac{A_{ijk}}{A'_{ijk}(n)} = \frac{K \times E_{si} \times E_{rk}}{K \times E_{pj} \times E_{rk} \times Q} = \frac{E_{si}}{C_j} \dots (8) \text{式}$$

但し、 $C_j = \frac{1}{q} \times \sum_{n=1}^q E_{si}(i+fxn/a)$ であり、 $f = Z_s$ 、 $a = N_p(mpr)/N_p(pr)$ である。

つぎに、第4図に示すように、線分AA'上に、特定の遊星歯車(P1)のj番目の歯Pjに無関係に、太陽歯車(S)のi番目の歯Siと内歯車(R)のk番目の歯Rkとが第1図に示した順序で並び、しかも遊星歯車(P)のいずれか1個が、その間に介在し、その中心が線分AA'上に位置する毎の太陽歯車(S)の回転数間隔Ns(dm)は、太陽歯車(S)の1回転に対する遊星歯車(P)のかみ合い数mと、内歯車(R)上での降り合う遊星歯車(P)同志の間隔歯数Zdとの最小公倍数LdmからNs(dm) = Ldm/mとして求まる。ここで、線分AA'上で、太陽歯車(S)がNs(dm)回転する毎に、かみ合い信号をq個検出し、その際実測されるかみ合い信号の振幅をA'ik(n)とした場合の相加平均A'ik(n)を求めると、つぎの(4)式で示されるようになり、(8)式と同様に不規則な雑音の成分を減少することができる。

(11)

$$\overline{A'_{ik}(n)} = K \times E_{si} \times E_{rk} \times \frac{1}{q} \times \sum_{\ell=1}^{p'} \sum_{n=1}^{q/p'} E_p(j+n) \dots (12) \text{式}$$

ここで、 $q = p' \times Z_p$ のように選べば $\frac{1}{q} \times \sum_{\ell=1}^{p'} \sum_{n=1}^{q/p'} E_p(j+n)$ は、 p' 個の遊星歯車(P)のすべての歯から計算された歯形誤差の平均を示す。

さらに第5図に示すように、線分BB'を、第4図に示した線分AA'から太陽歯車(S)の中心を原点に角度θだけ時計方向に回転した位置に設けた場合に、特定の遊星歯車(P1)のj+1番目の歯Pj+1に無関係に、太陽歯車(S)のi+1番目の歯Si+1と内歯車(R)のk+1番目の歯Rk+1とが線分BB'上に、第4図に示した順序と同様の順序で並ぶ際に、前述と同様の計測を線分BB'上で行ない、かみ合い信号の相加平均A(i+1)×(k+1)(n)を求めると、(12)式と同様につぎの(13)式のようになる。

$$\overline{A(i+1) \times (k+1)(n)} = K \times E_{s(i+1)} \times E_{r(k+1)} \times \frac{1}{q} \times \sum_{\ell=1}^{p'} \sum_{n=1}^{q/p'} E_p(j+1+n) \dots (13) \text{式}$$

$$\overline{A'_{ik}(n)} = \overline{A_{ik}(n)} + \frac{1}{q} \times \sum_{n=1}^q N_{ik}(n) \dots (14) \text{式}$$

但し、 \times 印は遊星歯車(P)の歯に無関係であることを示し、 $N_{ik}(n)$ は計測毎の不規則な雑音の振幅を示す。

さらに、 $A_{ik}(n)$ は計測毎のかみ合い信号の振幅を示し、 $\overline{A_{ik}(n)}$ は、その相加平均を示す。

ここで、 $\overline{A_{ik}(n)}$ については、つぎの(11)式のようになる。

$$\overline{A_{ik}(n)} = K \times E_{si} \times E_{rk} \times \frac{1}{q} \times \sum_{\ell=1}^{p'} \sum_{n=1}^{q/p'} E_p(j+\ell \times p' \times n/h) \dots (11) \text{式}$$

但し、 $h = N_s(mpr)/N_s(mpr) = L_{mpr}/m$ 、 $N_s(mpr)/m$ であり、 L_{mpr}/m は、 $h = N_s(mpr)$ はかみ合い数mと、遊星歯車(P)の歯数Zpおよび内歯車(R)の歯数Zrの最小公倍数、 L_{mr} はかみ合い数mと内歯車(R)の歯数Zrとの最小公倍数、 p' は遊星歯車(P)の個数、 ℓ は遊星歯車の番号を示し、特定の遊星歯車(P1)を $\ell = 1$ とする。さらに、 $f = Z_p$ であり、 $\frac{1}{q} \times \sum_{\ell=1}^{p'} \sum_{n=1}^{q/p'} E_p(j+\ell \times p' \times n/h)$ は遊星歯車(P)の歯形誤差の平均である。

さらに、(11)式において $h = p' \times Z_p = p' \times f$ の場合を考えると、つぎの(12)式のようになる。

(12)

ここで、 $\frac{1}{q} \times \sum_{\ell=1}^{p'} \sum_{n=1}^{q/p'} E_p(j+1+n)$ は(12)式と同様に遊星歯車(P)の歯形誤差の平均を示す。

さらに、これは線分BB'上に限らず、線分AA'を任意の角度回転させた回転位置においても成り立ち、このため、いずれの線分上における計測においても、常に遊星歯車(P)の歯形誤差の平均を求めることができ、事実上、遊星歯車(P)の影響は除去されることになる。

したがって、太陽歯車(S)と遊星歯車(P)および内歯車(R)のそれぞれの歯形誤差の影響を含むA'ijk(n)と、遊星歯車(P)の歯形誤差の影響を含むA'ik(n)とからA'ijk(n)/A'ik(n)を考えると、つぎの(14)式のようになる。

$$\frac{\overline{A'_{ijk}(n)}}{\overline{A'_{ik}(n)}} = \frac{A_{ijk} + \frac{1}{q} \times \sum_{n=1}^q N_{ijk}(n)}{\overline{A_{ik}(n)} + \frac{1}{q} \times \sum_{n=1}^q N_{ik}(n)} \dots (14) \text{式}$$

ここで、qが充分に大きく、不規則な雑音成分を無視できる状態を考えると、つぎの(15)式の結果を得る。

$$\frac{A_{ijk(n)}}{A_{ijk(n)}} + \frac{A_{ijk}}{A_{ijk(n)}} = \frac{K \times E_{si} \times E_{rk} \times E_{pj}}{K \times E_{si} \times E_{rk} \times C_2} = \frac{E_{pj}}{C_2} \dots \text{04式}$$

但し、 $C_2 = \frac{1}{q} \times \sum_{l=1}^{q/p} \sum_{n=1}^{p/n} E_{p(j+l \times p \times n/h)}$ であり、 $l' = 2p$ であり、 p' は遊星歯車(7)の個数である。

さらに、(1)式と(8)式および(10)式から、つぎの(11)式の結果を得る。

$$\begin{aligned} \frac{A_{ijk}}{\frac{A_{ijk}}{A_{ijk(n)}} \times \frac{A_{ijk}}{A_{ijk(n)}}} &= \frac{A_{ijk}}{\frac{(A_{ijk})^2}{A_{ijk(n)} \times A_{ijk(n)}}} \\ &= \frac{A_{ijk(n)} \times A_{ijk(n)}}{A_{ijk}} = K \times C_1 \times C_2 \times E_{rk} \dots \text{05式} \end{aligned}$$

そこで(10)式から内歯車(4)のk番目の歯 R_k がかみ合う時の内歯車(4)の歯形誤差を検知することができ、これをk番目の歯 R_k だけでなく指定個数の歯について前述の計測および計算を行なえば、内歯車(4)の損傷を検知することができる。

したがって、第6図に示すように信号検出器(1)により、稼働中の太陽歯車(5)、遊星歯車(7)、内歯車(4)のかみ合いによるかみ合い信号を検出し、つぎに、帯域フィルタ(4)により、検出されたかみ合

04

(8)の出力のサンプリングを開始し、指定された時間間隔 Δt で指定個数n個のデータをサンプリングし、第1回目のサンプリングを終え、第2平均化処理器(12)に inputs する。また、第3A/D変換器(11)に包絡線検波器(8)の出力と、第3分周器(7)の出力とが入力され、第3分周器(7)の出力に同期して包絡線検波器(8)の出力のサンプリングを開始し、指定された時間間隔 Δt で指定個数n個のデータをサンプリングし、第1回目のサンプリングを終える。

さらに、第1平均化処理器(12)において、第1A/D変換器(9)からのn個のデータが $1/q$ 倍され、第2平均化処理器(13)において、第2A/D変換器(10)からのn個のデータが $1/q$ 倍され、第3平均化処理器(14)において、第3A/D変換器(11)からのn個のデータが $1/q$ 倍される。

前述の操作をq回くり返すことにより、第1、第2、第3平均化処理器(12)、(13)、(14)にはそれぞれq回のサンプリングによるn個の平均値が存在する。

そこで、第1、第2平均化処理器(12)、(13)のそれ

07

い信号のうち損傷検知に有効な周波数成分のみを取り出し、さらに包絡線検波器(8)により帯域フィルタ(4)の出力のピーク値の包絡線のみを検出する。一方、第1回転検出器(2)により太陽歯車(5)の回転回数を検出し、検出した回転信号を第1分周器(6)に inputs し、第1分周器(6)により $1/N_s(dm)$ に分周し、第2回転検出器(3)により、遊星歯車(7)の公転回数を検出し、検出した回転信号を第2、第3分周器(8)、(7)に inputs し、第2分周器(8)により $1/N_p(pr)$ に分周し、第3分周器(7)により $1/N_p(mpr)$ に分周する。

そこで、第1A/D変換器(9)に包絡線検波器(8)の出力と、第1分周器(6)の出力とが入力され、第1分周器(6)の出力に同期して包絡線検波器(8)の出力のサンプリングを開始し、指定された時間間隔 Δt で指定個数n個のデータをサンプリングし、第1回目のサンプリングを終え、第1平均化処理器(12)に inputs する。一方第2A/D変換器(10)に包絡線検波器(8)の出力と第2分周器(6)の出力とが入力され、第2分周器(6)の出力に同期して包絡線検波器

06

ぞれn個の平均値を掛算器(15)に inputs し、n個の平均値のそれぞれについて積を求めて出力する。さらに、第3平均化処理器(14)のそれぞれn個の平均値と、掛算器(15)のn個の積値とを割算器(16)に inputs し、n個のそれぞれについて比を求めて出力する。

したがって、割算器(16)からは Δt 間隔のn個のデータが出力され、これが(10)式の $K \times C_1 \times C_2 \times E_{rk}$ にそれぞれ相当し、実際の計測による割算器(16)からの出力は第7図に示すように、損傷の発生した歯がかみ合う時には、D、IVで示す大きな値となつて示される。尚同図においてDとIVとの間が1周期に相当する。

以上のように、この発明の内歯車の損傷検知方法によると、遊星歯車の任意の公転角度に発生するかみ合い音または振動を、遊星歯車の公転に同期した一定の間隔毎に検出することにより、2種類の時系列信号を得るとともに、太陽歯車の回転に同期した一定の間隔毎に検出することにより、1種類の時系列信号を得、2種類および1種類の時系列信号のそれぞれについて所要個数の信号の

08

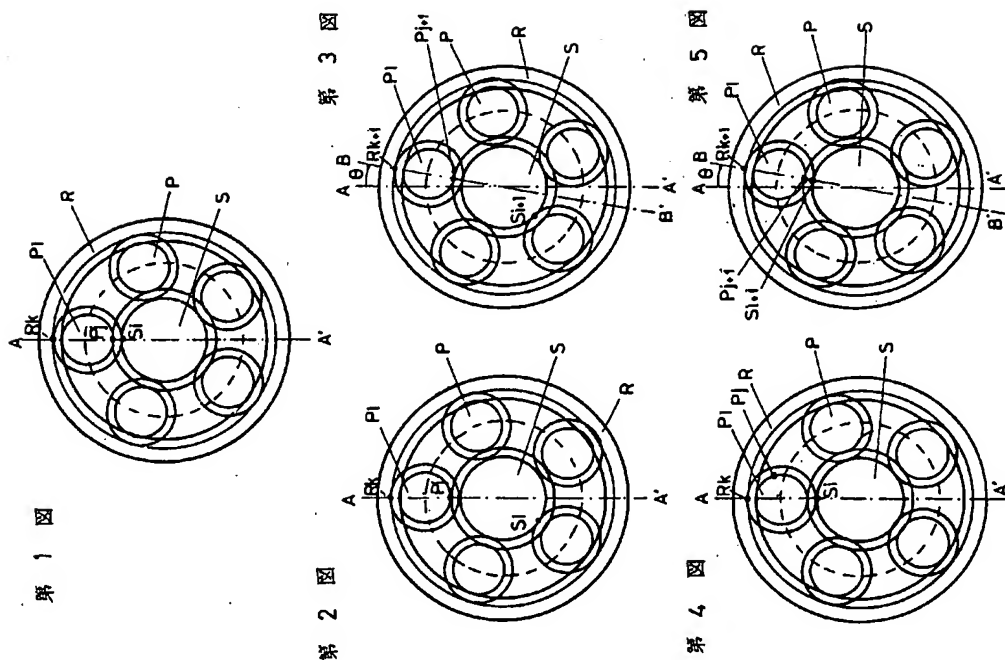
相加平均を求め、2種類の時系列信号のそれぞれの相加平均により得る2つの信号成分の一方と、前記1種類の時系列信号の相加平均により得る信号成分との積を求め、さらに、2種類の時系列信号の相加平均により得る2つの信号成分の他方と、積との比を求めることにより、稼働中の遊星歯車機構の内歯車に発生した損傷を、容易に検知することができる。

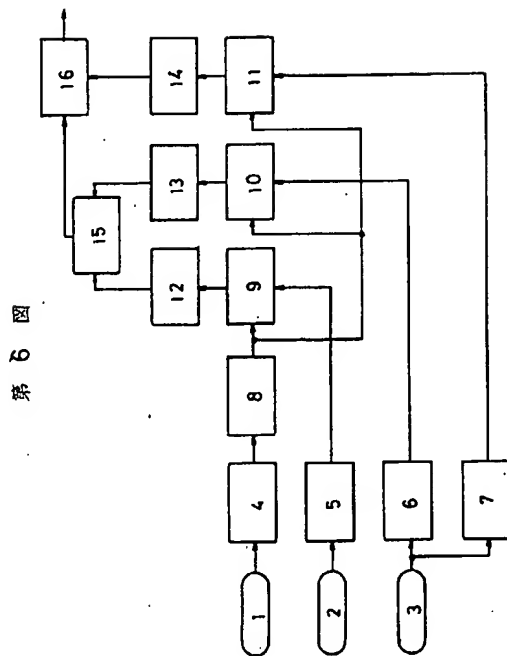
4. 図面の簡単な説明

図面はこの発明の内歯車の損傷検知方法の1実施例を示し、第1図ないし第5図はこの発明の適用されるプラネタリ型遊星歯車機構の正面図、第6図は検知装置のブロック図、第7図は内歯車の検知角度と歯形誤差の大きさとの関係図である。

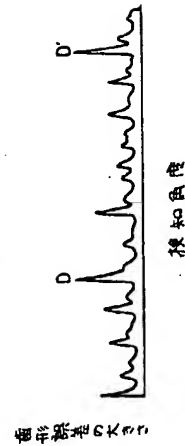
(P)、(P1) … 遊星歯車、(R) … 内歯車、(S) … 太陽歯車。

代理人 弁理士 藤 田 龍 太 郎





第7図



手続補正書(自発)

昭和55年7月30日

特許庁長官殿

1 事件の表示

昭和55年特許願第073097号

2 発明の名称

内歯車の損傷検知方法

3 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 大阪市西区江戸堀1丁目6番14号

名称 (511) 日立造船株式会社

代表者 木下昌雄

4 代理人 〒530

住所 大阪市北区東天満2丁目9番4号

千代田ビル東館

氏名 (6151) 弁理士 藤田龍太郎

電話 大阪(06) 351-8733

5 補正の対象 明細書の「発明の詳細な説明」の欄

6 補正の内容

- (1) 第5頁第20行の「 $Np(mpr)/Zr$ 」を「 $Lmpr/Zr$ 」に補正。
- (2) 第11頁第11～12行の「降り合う」を「隣り合う」に補正。
- (3) 同頁第17行の「(4)式」を「(10)式」に補正。
- (4) 第12頁第11行の「 $/Ns(mr), \dots$ であり、」を「 $/Ns(dm), Ns(mpr) - Lmpr/m$ であり、」に補正。
- (5) 同頁第13～14行の「 Lmr は…最小公倍数、」を削除。
- (6) 第13頁第3行の「 $P'+Zp$ 」を「 $P' \times Zp$ 」に補正。
- (7) 第14頁第11行の「影響を含む」を「影響が除去された」に補正。